

533 Rec'd EPTO 21 JUL 2000 4 12

Propulsion system and kit for hybrid motor vehicle

Patent Number: US5678646
Publication date: 1997-10-21
Inventor(s): FLIEGE HANS (DE)
Applicant(s): FICHTEL & SACHS AG (DE)
Requested Patent: DE4442867
Application Number: US19950566150 19951201
Priority Number(s): DE19944442867 19941202
IPC Classification: B60K1/00 ; H02K9/00
EC Classification: B60L11/12 , H02K5/20 , H02K5/22B , H02K9/19 , H02K11/04C
Equivalents: ES2124657 , FR2727654 , GB2295730

Abstract

A propulsion system for a vehicle comprising an electric motor, circuit breakers which switch field windings of the electric motor, as well as a cooling device which cools the field windings and the circuit breakers by its coolant circuit. The electric motor is realized in the form of a first modular unit which is mechanically functional in itself. The circuit breakers are assembled in at least one second modular unit, which is connected firmly to the first modular unit to form a propulsion unit. The individual modular units can be separated from one another and are connected to one another both by detachable electrical interface connections and also by detachable coolant interface connections. This construction makes it possible to selectively expand the propulsion unit by adding additional modular units, or in the event of the failure or malfunction of individual modular units to replace the modular units without having to replace the entire propulsion unit.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

JP 3037
Offenlegungsschrift
DE 44 42 867 A 1

21 Aktenzeichen: P 44 42 867.7
22 Anmeldetag: 2. 12. 94
43 Offenlegungstag: 13. 8. 96

21 6 05602
51 Int. Cl. 8:
B 60 K 1/00
B 60 L 15/00
H 02 K 9/00
H 02 K 11/00
H 05 K 7/20
B 60 K 41/28
F 02 D 29/08
// H05K 5/00, B60R
16/02

DE 44 42 867 A 1

71 Anmelder:
Fichtel & Sachs AG, 97424 Schweinfurt, DE

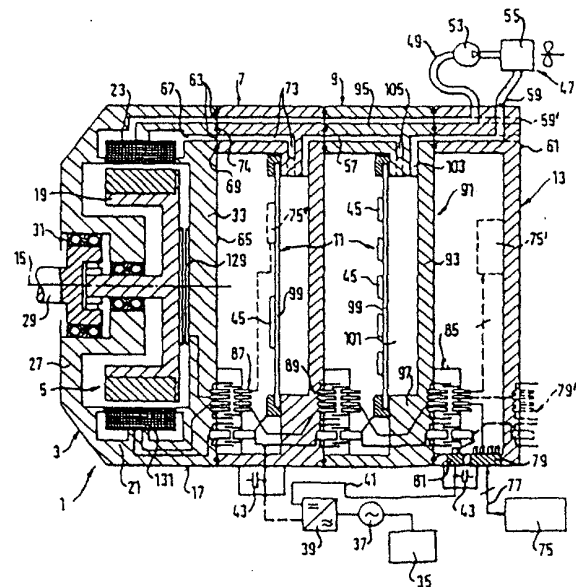
72 Erfinder:
Fliege, Hans, Dipl.-Ing. (FH), 97531 Theres, DE

56 Entgegenhaltungen:
DE 44 17 432 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Antriebsanordnung für ein Fahrzeug, insbesondere ein Straßenfahrzeug

57 Eine Antriebsanordnung für ein Fahrzeug umfaßt einen Elektromotor (5), Feldwicklungen (23) des Elektromotors (5) schaltende Leistungsschalter (45) sowie eine die Feldwicklungen (23) und die Leistungsschalter (45) über ihren Kühlmittelkreislauf (49) kühlende Kühleinrichtung (47). Der Elektromotor (5) ist als eine für sich mechanisch funktionsfähige erste Modul-Baueinheit (3) ausgebildet. Die Leistungsschalter sind in mindestens einer zweiten Modul-Baueinheit (7, 9) zusammengefaßt, welche mit der ersten Modul-Baueinheit (3) fest zu einer Antriebseinheit (1) verbunden ist. Die einzelnen Modul-Baueinheiten sind voneinander separierbar und sowohl über lösbare elektrische Schnittstellenanschlüsse (85) als auch über lösbare Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse (83) miteinander verbunden. Diese Konstruktion erlaubt es, die Antriebseinheit (1) wahlweise um weitere Modul-Baueinheiten zu ergänzen oder im Fehlerfall einzelne Modul-Baueinheiten auszutauschen, ohne die gesamte Antriebseinheit (1) ersetzen zu müssen.



DE 44 42 867 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 98 802 024/33

15/30

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Antriebsanordnung für ein Fahrzeug, insbesondere ein Straßenfahrzeug, mit einem über eine elektronische Leistungsschalterstufe angesteuerten Elektromotor.

Zum Antrieb von Fahrzeugen, beispielsweise Kraftfahrzeugen, ist es bekannt, das Fahrzeug über wenigstens einen Elektromotor anzutreiben, der von einem seinerseits von einer Brennkraftmaschine angetriebenen Generator gespeist wird. Derartige Konzepte sind beispielsweise aus P. Ehrhard "Das elektrische Getriebe von Magnet-Motor für PKW und Omnibusse", VDI-Berichte Nr. 878, 1991, Seiten 611 bis 622, und aus der DE 41 33 059 A1 bekannt. Dabei wird sowohl an einen Einsatz bei sogenannten seriellen Hybridantrieben gedacht, bei denen Kupplung, Getriebe und Kardan entfallen und die den Generator antreibende Brennkraftmaschine ständig in einem hinsichtlich Schadstoffkonzentrationen, spezifischen Kraftstoffgebrauchs und dergleichen optimalen Betriebsbereich betrieben werden kann, als auch an einen Einsatz bei sogenannten parallelen Hybridantrieben, bei denen der herkömmliche getriebliche Antriebsstrang weiterhin vorhanden ist und der Elektromotor zeitweise zugeschaltet werden kann. Für solche Anwendungsfälle geeignete Motoren sind beispielsweise aus der EP 0 159 005 A2 bekannt; Steuerungsschaltungen für solche Motoren sind in der EP 0 340 686 A1 beschrieben.

Bei den oben skizzierten Anwendungsfällen eines Hybridantriebs sind verschiedene Erfordernisse miteinander in Einklang zu bringen. Ein Standardproblem bei Fahrzeugen, insbesondere Kraftfahrzeugen, ist der geringe zur Verfügung stehende Raum. Die zum Einsatz gelangenden Elektromotoren haben üblicherweise Leistungen von einigen kW bis zu mehreren 100 kW, wobei die Betriebsspannung im Größenordnungsbereich von einigen 10 V bis etwa 1000 V bei entsprechenden Strömen liegt. Es werden daher sehr kompakte Elektromotoren hoher Leistungsdichte benötigt. Wenn der Elektromotor über elektrische Ventile geschaltet und/oder kommutiert wird, sollen die elektrischen Ventile in räumlicher Nachbarschaft zum Elektromotor angeordnet sein, um Zuleitungsinduktivitäten klein zu halten und hohe Schaltfrequenzen zu ermöglichen. Weiterhin müssen die elektrischen Ventile, insbesondere bei Ausbildung als Leistungshalbleiterelemente, in einem relativ niedrigen Temperaturbereich gehalten werden, so daß eine wirksame Abfuhr der erzeugten Verlustwärme zu gewährleisten ist. Aufgrund der kompakten Ausführung und der hohen Leistungsdichte des Elektromotors muß auch der Kühlung der Feldwicklungen besondere Beachtung geschenkt werden.

Aus der DE 42 44 721 A1 ist eine elektrische Maschine mit einem die Feldwicklungen tragenden Stator bekannt, bei der die elektrischen Ventile bildende Leistungshalbleiterelemente zusammen mit den Feldwicklungen in einer Baueinheit zusammengefaßt sind und mit den Feldwicklungen von einem gemeinsamen Kühlkreislauf gekühlt werden. Die Leistungshalbleiterelemente sind in einer Ausnehmung des Stators in Wärme-tauschkontakt mit dem Kühlmittel angeordnet, welches an den Feldwicklungen vorbei in einem durch den Stator hindurchgeführten Kühlkanal strömt. Der Stator ist nach außen hin durch eine axiale Stirnplatte abgeschlossen, die die Leistungshalbleiterelemente vor mechanischem Zugriff schützt und mit Anschlüssen für den Kühlmittelkreislauf versehen ist.

Aus einem Prospekt "BMW-Magazin", März 1994, Seite 73, der Firma Bayerische Motoren Werke AG ist ein einen Elektromotor und dessen elektronische Steuerung in einem Gehäuse vereinigender Elektroantrieb bekannt. Das Gehäuse besteht aus zwei miteinander verbindbaren Halbgehäusen, in deren einem überwiegend Komponenten des Elektromotors angeordnet sind, wogegen in dem anderen Halbgehäuse zum überwiegenden Teil Komponenten der Steuerung, insbesondere die elektrischen Ventile, angeordnet sind.

Beiden zuletzt angesprochenen Lösungen ist die Problematik gemein, daß für verschiedene Fahrzeugtypen, insbesondere für Fahrzeuge unterschiedlicher Leistung, jeweils ein eigenes komplettes Aggregat, bestehend aus Elektromotor, elektrischen Ventilen und gegebenenfalls Teilen der Steuerung für die elektrischen Ventile, entwickelt, hergestellt und auf Lager gehalten werden muß. Da die Aggregate vom Hersteller als Komplettlösungen angeboten werden, muß im Fall der Umrüstung eines Fahrzeugs auf beispielsweise einen leistungsstärkeren Antrieb das ganze Aggregat ausgetauscht werden. Eine Erweiterbarkeit des alten Aggregats ist nicht gegeben. Dies bringt einen relativ hohen Aufwand für den Hersteller mit sich, für unterschiedlichste Einsatzzwecke jeweils geeignete Aggregate bereitzustellen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Konstruktion einer elektrischen Antriebsanordnung für ein Fahrzeug anzugeben, die es einem Hersteller einer derartigen Antriebsanordnung erlaubt, seine Produktpalette mit geringerem Aufwand auf unterschiedliche Fahrzeugtypen und Anwendungsfälle auszurichten.

Bei der Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung von einer Antriebsanordnung für ein Fahrzeug, insbesondere ein Straßenfahrzeug, aus, umfassend einen Elektromotor, eine an Feldwicklungen des Elektromotors angeschlossene elektronische Leistungsschalterstufe, deren elektronische Leistungsschalter an dem Elektromotor gehalten sind,

eine die Leistungsschalter steuernde Steuerschaltung und eine Kühleinrichtung, deren Kühlmittelkreislauf den Elektromotor und die an ihm gehaltenen Leistungsschalter kühlt.

Zur Aufgabenlösung wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der Elektromotor eine für sich mechanisch funktionsfähige erste Modul-Baueinheit bildet und zumindest die Leistungsschalter in wenigstens einer von der ersten Modul-Baueinheit separierbaren, jedoch fest mit dieser zu einer Antriebseinheit verbundenen, zweiten Modul-Baueinheit zusammengefaßt sind und daß der Kühlmittelkreislauf der Kühleinrichtung durch die erste und jede zweite Modul-Baueinheit hindurchgeführt ist und die Modul-Baueinheiten über lösbare Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse und lösbare elektrische Schnittstellenanschlüsse miteinander verbunden sind.

Durch den modularen Aufbau der Antriebseinheit ist es dem Hersteller möglich, bei der Herstellung von Antriebseinheiten unterschiedlicher Charakteristika zumindest teilweise auf gleiche Modul-Baueinheiten zurückzugreifen. Hierdurch kann er wesentlich einfacher auch auf kundenspezifische Anforderungen eingehen. Günstig hinsichtlich des Entwicklungsaufwands und der Herstellungskosten wirkt sich insbesondere die Tatsache aus, daß es die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht, einzelne oft verwendete Modul-Baueinheiten, beispielsweise eine zweite Modul-Baueinheit, in hohen Stückzahlen zu produzieren. So können bei geeigneter

Aufteilung der elektrischen und mechanischen Komponenten auf die einzelnen Modul-Baueinheiten Standardmodule gebildet werden, die gemeinsamer Baustein einer Vielzahl unterschiedlicher Antriebseinheiten sind.

Da auch bei der Erfindung eine räumlich nahe Anordnung der Leistungsschalter an dem Elektromotor gegeben ist und hierdurch große Zuleitungsinduktivitäten sowie unhandliche und raumgreifende Kühlleitungen vermieden sind, ist der beanspruchte Bauraum ähnlich gering wie bei den bekannten, vollintegrierten Lösungen. Es kann jedoch bei gegebenen Einbauverhältnissen sehr flexibel auf unterschiedliche Auslegungen der zu erbringenden Leistung reagiert werden, indem beispielsweise eine der zweiten Modul-Baueinheiten ausgetauscht wird.

Die Erfindung ist insbesondere dazu vorgesehen, im Rahmen der eingangs skizzierten Hybridantriebskonzepte verwendet zu werden. Der Einsatz bei rein batteriebetriebenen Fahrzeugen soll aber auch nicht ausgeschlossen sein.

Die Antriebseinheit kann wenigstens eine dritte, lösbar, jedoch fest mit ihr verbundene Modul-Baueinheit umfassen, welche über lösbare elektrische Schnittstellenanschlüsse mit der ersten Modul-Baueinheit und/oder wenigstens einer der zweiten Modul-Baueinheiten oder/und wenigstens einer weiteren dritten Modul-Baueinheit verbunden ist. Bevorzugt ist dabei vorgesehen, daß der Kühlmittelkreislauf auch durch wenigstens eine der dritten Modul-Baueinheiten hindurchgeführt ist und diese dritte Modul-Baueinheit über lösbare Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse mit der ersten Modul-Baueinheit oder/und wenigstens einer der zweiten Modul-Baueinheiten oder/und wenigstens einer weiteren dritten Modul-Baueinheit verbunden ist. Möglicherweise enthalten die dritten Modul-Baueinheiten ausschließlich im wesentlichen temperaturunkritische Komponenten. Für diesen Fall wird vorgeschlagen, daß der Kühlmittelkreislauf in der dritten Modul-Baueinheit in Kanälen geführt ist, die im wesentlichen nur eine Durchgangsverbindung zwischen Kühlmittel-Schnittstellenanschlüssen bewirken.

Über die elektrischen Schnittstellenanschlüsse können zwischen der ersten, den zweiten und den dritten Modul-Baueinheiten Steuersignale, Sensorsignale, die Zwischenkreisspannung eines ggf. vorgesehenen Gleichspannungszwischenkreises sowie Wicklungsanschlüsse des Elektromotors durchgeschleift werden. Gleiches gilt für den Kühlmittelkreislauf. Eine oder mehrere der Modul-Baueinheiten können Anschlußstellen für externe Komponenten der Steuerschaltung, den Gleichspannungszwischenkreis und den Kühlmittelkreislauf aufweisen. Anzumerken ist hier, daß der Elektromotor nicht auf eine Gleichstrommaschine beschränkt ist, sondern auch als Wechsel- bzw. Drehstrommaschine ausgebildet sein kann.

Die Modularität der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung bietet eine sehr praktikable Möglichkeit, Teile der Steuerschaltung in die Antriebseinheit zu integrieren. Bevorzugt ist vorgesehen, daß zumindest ein Teil der elektronischen Komponenten der Steuerschaltung in wenigstens einer der zweiten Modul-Baueinheiten oder/und in wenigstens einer der dritten Modul-Baueinheiten enthalten ist. Die Steuerschaltung kann vollständig oder auch nur teilweise in einer speziell als Steuermodul ausgebildeten Modul-Baueinheit enthalten sein. Es versteht sich, daß auch eine Verteilung über mehrere Modul-Baueinheiten zweckmäßig sein kann. In den Modul-Baueinheiten, insbesondere den zweiten Modul-

Baueinheiten, können neben Teilen der Steuerschaltung auch Teile einer die Leistungsschalter treibenden Treiberstufe enthalten sein.

Die erfindungsgemäße Antriebsanordnung eignet sich auch zur Bildung sogenannter Tandemantriebe, bei denen zwei baulich zusammengefaßte Elektromotoren an einer Fahrzeugachse gehalten sind und jeweils ein Rad das Fahrzeug antreiben. Im Hinblick auf einen derartigen Tandemantrieb wird vorgeschlagen, daß die Antriebseinheit einen weiteren Elektromotor umfaßt, welcher eine weitere, lösbar, jedoch fest mit ihr verbundene, für sich mechanisch funktionsfähige erste Modul-Baueinheit bildet und daß der Kühlmittelkreislauf auch durch die weitere erste Modul-Baueinheit hindurchgeführt ist und diese über lösbare elektrische Schnittstellenanschlüsse und lösbare Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse mit der anderen der beiden ersten Modul-Baueinheiten oder/und wenigstens einer der zweiten oder/und wenigstens einer der dritten Modul-Baueinheiten verbunden ist. Die die Feldwicklungen dieses zweiten Elektromotors schaltenden Leistungsschalter können mit den dem ersten Elektromotor zugeordneten Leistungsschaltern in einer gemeinsamen zweiten Modul-Baueinheit enthalten sein oder auf mehrere, insbesondere jeweils für sich einem der beiden Elektromotoren zugeordnete Modul-Baueinheiten aufgeteilt sein. Die Steuerung der zusätzlichen Leistungsschalter wird von der Steuerschaltung übernommen. Die Steuerung kann dabei über getrennte Steuersignale erfolgen, so daß entsprechend den geschalteten Strömen unterschiedliche Antriebsmomente in den mit den Elektromotoren verbundenen Rädern erzeugt werden können. Probleme können jedoch dann auftreten, wenn ein Elektromotor oder die zugehörigen Komponenten der elektronischen Leistungsschalterstufe ausfallen. Für diesen Fall ist es günstig, wenn die Steuerschaltung Sicherheitsreserven bietet, die eine gezielte Beeinflussung des ausgefallenen Antriebs ermöglichen. Um hier zweckmäßig reagieren zu können, wird erfindungsgemäß weiter vorgeschlagen, daß jeder der beiden ersten Modul-Baueinheiten jeweils wenigstens eine zweite Modul-Baueinheit zugeordnet ist und daß die elektronischen Leistungsschalter dieser zweiten Modul-Baueinheiten über einen gemeinsamen, zwischen diesen zweiten Modul-Baueinheiten gegebenenfalls über wenigstens eine der dritten Modul-Baueinheiten hinweg über deren elektrische Schnittstellenanschlüsse geführt und an die Steuerschaltung angeschlossenen Steuerbus steuerbar sind.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zumindest ein Teil der Modul-Baueinheiten in der Antriebseinheit zu einem Stapel aneinandergereiht. Es ergibt sich eine kompakte, leicht handhabbare und gut montierbare Antriebseinheit, die überdies aufgrund der elektrischen Schnittstellenanschlüsse und der Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse der einzelnen Modul-Baueinheiten jederzeit um weitere Modul-Baueinheiten ergänzt werden kann. Angesichts des in Höhenrichtung in der Regel knapp bemessenen Bauraums in Fahrzeugen wird eine Lösung bevorzugt, bei der die Modul-Baueinheiten im wesentlichen in Axialrichtung des Elektromotors einseitig an eine axiale Stirnwand des Elektromotors anschließen.

Große Freiheiten bei der wahlweisen Erweiterbarkeit einer Antriebseinheit um weitere Modul-Baueinheiten und bei der Wahl der Reihenfolge, in der die Modul-Baueinheiten angeordnet werden, ermöglicht die Maßnahme, daß mindestens zwei Paare miteinander verbundener Modul-Baueinheiten ein gleiches Schnittstellen-

bild zumindest hinsichtlich der elektrischen Schnittstellenanschlüsse und der Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse aufweisen. Falls auch die mechanischen Schnittstellen der Modul-Baueinheiten übereinstimmen, sind die wesentlichen Voraussetzungen für ein Baukastensystem geschaffen, bei dem eine relativ geringe Anzahl unterschiedlicher Typen von Modul-Baueinheiten die Bildung von Antriebseinheiten unterschiedlichster Eigenschaften ermöglicht. Besonders im Rahmen eines derartigen Baukastenprinzips kann es dann vorteilhaft sein, wenn bei Ausbildung der Antriebseinheit mit mehreren zweiten Modul-Baueinheiten diese zumindest teilweise eine gleiche Anzahl elektronischer Leistungsschalter aufweisen.

Die Herstellungskosten und der Lagerungsaufwand können weiter dadurch vermindert werden, daß die Antriebseinheit wenigstens eine Gruppe zumindest mechanisch im wesentlichen baugleicher Modul-Baueinheiten umfaßt. Für die zweiten Modul-Baueinheiten kann beispielsweise zusätzlich vorgesehen sein, daß sie auch vom elektrischen Gesichtspunkt her im wesentlichen baugleich sind. Die gerade mit der Produktion hoher Stückzahlen verbundenen Kostenvorteile können durch diese Maßnahme optimal realisiert werden.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die zweiten und gegebenenfalls die dritten Modul-Baueinheiten zumindest teilweise als im wesentlichen flache, mit ihren Flachseiten aneinanderliegende Scheibenmodule ausgeführt und die elektrischen Schnittstellenanschlüsse oder/und die Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse zwischen aufeinanderfolgenden Scheibenmodulen in deren aneinanderliegenden Flachseiten hergestellt. Die Scheibenmodule können in ihrem mechanischen Grundaufbau im wesentlichen baugleich ausgeführt sein und durch unterschiedliche Bestückung mit elektrischen bzw. elektronischen Komponenten zu ihrer Funktion als zweite oder dritte Modul-Baueinheit gelangen. Die Scheibenmodule sind in ihrer Grundgestalt vorzugsweise annähernd kreisförmig ausgebildet, können sehr flach gehalten werden und in raumsparender Weise an eine axiale Stirnwand des Elektromotors aneinandergereiht werden.

Bevorzugt ist der Kühlmittelkreislauf in den Scheibenmodulen in Kanälen geführt, welche in den Flachseiten eines Gehäusemantels der Scheibenmodule münden und insbesondere im wesentlichen orthogonal zur Scheibenebene verlaufen. Die Wege des Kühlmittels in dem Kühlmittelkreislauf zwischen den eigentlich zu kühlenden Komponenten, wie den Leistungsschaltern und den Feldwicklungen, können auf diese Weise sehr kurz gehalten werden. Daneben bietet diese Maßnahme eine einfache Realisierung der Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse, indem beispielsweise zwischen zwei aufeinanderfolgende Scheibenmodule um die Mündungsöffnungen Dichtmittel, z. B. ein Dichtring, angeordnet werden und die Mündungsöffnungen miteinander in Flucht gebracht werden.

Eine die Kompaktheit der Antriebseinheit fördernde Maßnahme besteht darin, daß die Scheibenmodule in Axialrichtung des Elektromotors innerhalb der Umfangskontur des Elektromotors, insbesondere in Axialflucht mit diesem, angeordnet sind.

Als Leistungsschalter kommen bevorzugt Halbleiterelemente zum Einsatz. Als besonders vorteilhaft haben sich IGBT-Leistungstransistoren (Insulated Gate Bipolar Transistor) herausgestellt, wobei aber auch der Einsatz von BIMOS-Leistungstransistoren oder MOSFET-Leistungstransistoren bei bestimmten Frequenz- und

Leistungsbereichen möglich ist. Zur Kühlung derartiger Leistungshalbleiterelemente sind aus der DE 42 17 289 A1 Anordnungen bekannt, bei denen die Halbleiterelemente auf einem Isolierträger angeordnet werden und entweder unmittelbar von dem Kühlmittel umströmt werden oder über den Isolierträger in Wärmeaustauschkontakt mit dem Kühlmittel stehen. In Verbindung mit der scheibenartigen Ausbildung der die Leistungsschalter enthaltenden Modul-Baueinheiten hat sich hinsichtlich der Kühlwirkung eine Lösung als besonders günstig herausgestellt, bei der in einem eine zweite Modul-Baueinheit bildenden Scheibenmodul mindestens eine Trägerplatte für die Leistungsschalter und gegebenenfalls elektronische Komponenten von Teilen der Steuerschaltung oder/und einer die Leistungsschalter treibenden Treiberschaltung insbesondere im wesentlichen orthogonal zur Scheibenebene gehalten ist und die Trägerplatte eine Wand eines in den Kühlmittelkreislauf eingebundenen Kühlmittelkanals bildet. Die Trägerplatte kann eine elektrisch isolierende Isolierplatte, insbesondere aus Keramik oder emailliertem Stahl, umfassen, an deren einer, dem Kühlmittelkanal zugewandten Flachseite eine Metallschicht, insbesondere Kupferschicht, flächig aufgebracht ist und auf deren anderer Flachseite die Leistungsschalter und gegebenenfalls weitere elektronische Komponenten angeordnet sind. Die Metallschicht bewirkt eine gleichmäßige Wärmeverteilung auf der den Leistungsschaltern abgewandten Flachseite der Isolierplatte und wirkt damit lokalen Überhitzungen entgegen, die die Leistungsschalter zerstören könnten. Die Leistungsschalter selbst können in Form ungehäuster Chips ausgebildet sein und eine den Kollektor oder Drain eines Leistungstransistors bildende Metallelektrode aufweisen, welche als flächige Metallplattierung unmittelbar auf der Isolierplatte aufgebracht ist.

Für die raumsparende Unterbringung der elektrischen, elektronischen und mechanischen Komponenten in den Scheibenmodulen sowie eine günstige Führung des Kühlmittelkreislaufs in den Scheibenmodulen hat sich eine Lösung als zweckmäßig herausgestellt, bei der die Scheibenmodule ein annähernd topfförmiges Gehäuse mit einem Gehäuseboden und einem den Gehäuseboden umschließenden Gehäusemantel umfassen, wobei der Gehäuseboden eine Wand eines in den Kühlmittelkreislauf eingebundenen Kühlmittelkanals bildet.

Da ein überwiegender Anteil der Verlustwärme der Antriebsanordnung von den Leistungsschaltern erzeugt wird, sollten die Leistungsschalter in Zirkulationsrichtung des Kühlmittelkreislaufs vor dem Elektromotor in Wärmeaustauschkontakt mit dem Kühlmittel stehen, um so die vorrangige Kühlung der Leistungsschalter sicherzustellen.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es stellen dar:

Fig. 1 eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Antriebsanordnung mit auf zwei zweite Modul-Baueinheiten verteilten Leistungsschaltern,

Fig. 2 einen die Halterung einer Trägerplatte für die Leistungsschalter in einem Scheibenmodul zeigenden vergrößerten Ausschnitt der Fig. 1 und

Fig. 3 schematisch das Prinzip einer Tandemantriebseinheit.

Das in Fig. 1 gezeigte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung umfaßt eine allgemein mit 1 bezeichnete, modular aufgebaute Antriebseinheit 1. Die Antriebseinheit 1 ist aus mehreren von ein-

ander separierbaren, jedoch fest miteinander verbundenen Modul-Baueinheiten aufgebaut, von denen eine erste Modul-Baueinheit 3 von einem Elektromotor 5 gebildet ist, zwei an die erste Modul-Baueinheit anschließende zweite Modul-Baueinheiten 7 und 9 elektronische Komponenten einer elektronischen Leistungsschalterstufe 11 enthalten und eine dritte Modul-Baueinheit 13 die Antriebseinheit 1 auf der motorfernen Seite abschließt und im wesentlichen als Kontaktiermodul ausgebildet ist, welches die externen Anschlüsse der Antriebseinheit 1 bereitstellt. Die beiden zweiten Modul-Baueinheiten 7, 9 und die dritte Modul-Baueinheit 13 sind als flache Scheiben mit im wesentlichen Kreisquerschnitt ausgebildet und fluchten in axialer Richtung einer Drehachse 15 des Elektromotors 5 mit dessen ebenfalls kreisförmiger Umfangskontur 17. Eine äußerst kompakte und sehr kleinbauende Antriebseinheit 1 wird so geschaffen, welche sich besonders zur Anbringung im Bereich der Radaufhängungen eines Fahrzeugs, insbesondere Kraftfahrzeugs, eignet. Andere Querschnittsformen der Scheibenmodule 7, 9, 13 sowie des Elektromotors 5 sind jederzeit möglich.

Der Elektromotor 5 kann eine Gleichstrom-Kommutatormaschine oder eine Wechsel- bzw. Drehstrommaschine sein. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist er als Innenläufermaschine mit einem Permanentmagnetrotor 19 und einem diesen umschließenden Stator 21 ausgebildet. Der Stator 21 trägt eine Mehrzahl von Feldwicklungssträngen 23, die über die elektronische Leistungsschalterstufe 11 geschaltet und/oder kommutiert werden. Der Stator 21 ist stationär an einem Trägerteil 27 des Elektromotors 5 gehalten, an welchem der Rotor 19 sowie eine drehfest mit diesem verbundene Abtriebswelle 29 über eine Lageranordnung 31 drehbar gelagert sind. Das Trägerteil 27 schließt den Elektromotor 5 auf der rotorfernen Seite über eine axiale Stirnwand 33 nach außen hin ab, so daß die den Elektromotor 5 umfassende erste Modul-Baueinheit 3 eine für sich mechanisch voll funktionsfähige Modul-Baueinheit bildet. Hierdurch bedarf der Elektromotor 5 keines speziellen, ihn vervollständigenden weiteren Bausteins, sondern kann als in sich abgeschlossene Modul-Baueinheit beispielsweise zur Bildung unterschiedlicher leistungsstarker Antriebseinheiten mit unterschiedlichen zweiten Modul-Baueinheiten 7, 9 kombiniert werden.

Die erfindungsgemäße Antriebsanordnung eignet sich besonders zum Einsatz bei sogenannten Hybridantrieben. Ein solcher Hybridantrieb ist schematisch in Fig. 1 dargestellt und umfaßt eine herkömmliche Brennkraftmaschine 35, einen von der Brennkraftmaschine 35 angetriebenen und als Wechselstromquelle dargestellten Generator 37 beispielsweise eines Typs mit einer Vielzahl statorseitiger Strangwicklungen und rotorseitiger Permanentmagnete sowie den seinerseits von dem Generator 37 gespeisten Elektromotor 5. Die Speisung erfolgt über eine Umrichteranordnung 39, welche den von dem Generator 37 gelieferten Wechselstrom in einen Gleichstrom steuerbarer Größe wandelt. Über einen Gleichspannungszwischenkreis 41 mit die Gleichspannung glättenden Stützkondensatoren 43 speist die Umrichteranordnung 39 die elektronische Leistungsschalterstufe 11, welche letztendlich die statorseitigen Feldwicklungen 23 schaltet. Die Erfindung ist jedoch nicht auf das soeben beschriebene hybride Antriebskonzept beschränkt, sondern läßt sich auch in Verbindung mit einer Speisung des Elektromotors über Akkumulatoren, Solarzellen oder auch wasserstoffbetriebene Aggregate anwenden. Daneben ist die dargestellte An-

triebsanordnung bei geeigneter Auslegung hinsichtlich der abgegebenen Leistung auch zum Antrieb mehrerer Räder über ein Differential geeignet.

Die elektronische Leistungsschalterstufe 11 umfaßt eine Mehrzahl an die Feldwicklungen 23 angeschlossener Halbleiter-Leistungsschalter 45, welche bevorzugt als IGBT-Module ausgeführt sind. Vorzugsweise ist in beiden Modul-Baueinheiten 7, 9 eine gleiche Anzahl von Leistungsschaltern 45 untergebracht. Insbesondere bei Verwendung von MOSFET-Schaltern, bedingt auch die Verwendung von IGBT-Schaltern, ist es möglich, ein Basismodul mit einer Grundschaltpkapazität vorzusehen und verschiedenartige Erweiterungsmodule mit unterschiedlichen Anzahlen von Leistungsschaltern, d. h. unterschiedlichen schaltbaren Strömen, bereitzustellen. Ein sehr kleines Bauvolumen der Scheibenmodule 7, 9 kann erreicht werden, wenn die Leistungsschalter 45 in integrierter Form als ungehäuste Chips vorliegen. Dies ist auch hinsichtlich der Herstellungskosten günstig, da so hohe Stückzahlen vergleichsweise preiswert hergestellt werden können.

Im Betrieb sind sowohl die Leistungsschalter 45 als auch die Feldwicklungen 23 zu kühlen. Zu diesem Zweck ist eine Kühleinrichtung 47 vorgesehen, deren geschlossener Kühlmittelkreislauf 49 zumindest durch denjenigen Teil der Antriebseinheit 1 hindurchgeführt ist, welcher die erste Modul-Baueinheit 3 sowie die zweiten Modulbaueinheiten 7, 9 umfaßt. Von einer Pumpe 53 wird das Kühlmittel über einen Kühler oder Wärmetauscher 55 einem Kühlmittelkanal 57 als Zwangsströmung zugeführt, welcher das Kühlmittel in Strömungsrichtung zuerst an den Leistungsschaltern 45 und anschließend an den Feldwicklungen 23 vorbeiführt. Auf diese Weise wird der vorrangigen Kühlung der Leistungsschalter 45 Rechnung getragen. Der Kühlmittelkanal 57 ist bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel auch durch das Kontaktiermodul 13 geführt, welches zum Anschluß der Kühlleitungen an seiner Umfangsfläche Kühlmittel-Anschlußstellen 59 trägt. Derartige Kühlmittel-Anschlußstellen können auch an der motorfernen Flachseite 61 des Kontaktiermoduls 13 angeordnet sein. Für den Fall, daß weitere, nicht mit Leistungsschaltern bestückte und auch sonst keine zwingend zu kühlenden Bauelemente tragende Modul-Baueinheiten vorgesehen sind, kann der Kühlmittelkanal 57 auch durch diese Modul-Baueinheiten hindurchgeführt sein, so daß auch die Anordnung einer derartigen Modul-Baueinheit zwischen zwei zweiten Modul-Baueinheiten oder zwischen der ersten und einer zweiten Modul-Baueinheit möglich ist.

Das Hindurchschleifen des Kühlmittelkanals 57 durch die Modul-Baueinheiten erfolgt in der Weise, daß die einzelnen Modul-Baueinheiten über lösbare Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse 63 miteinander verbunden sind. Die Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse 63 können beliebiger Art sein. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der fluiddichte Anschluß von zwei aufeinanderfolgenden Modul-Baueinheiten dadurch sichergestellt, daß bei beispielhafter Betrachtung der Modul-Baueinheiten 3 und 7 die Modul-Baueinheit 3 einen im wesentlichen orthogonal in die Flachseite 65 der Stirnwand 33 mündenden, axial verlaufenden Kühlmittelkanalabschnitt 67 aufweist, die Modul-Baueinheit 7 einen gleichfalls im wesentlichen orthogonal in die dem Elektromotor 5 zugewandte Flachseite 69 der Modul-Baueinheit 7 mündenden, axial verlaufenden Kühlmittelkanalabschnitt 73 aufweist und beim Zusammenbau die beiden Modul-Baueinheiten 3, 7 mit ihren Flachseiten 65, 69

unter gegenseitiger Ausrichtung der Anschlussöffnungen der Kanalabschnitte 67, 73 in Anlage gebracht werden. Zwischen die Modul-Baueinheiten 3, 7 eingelegte Dichtmittel, beispielsweise Dichtungsringe 75, gewährleisten einen dichten Zusammenschluß beider Modul-Baueinheiten. In gleicher Weise sind die übrigen Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Modul-Baueinheiten realisiert.

Zur Steuerung der elektronischen Leistungsschalter 45 bzw. einer die Leistungsschalter treibenden Treiberstufe ist eine Steuerschaltung 75 außerhalb der Antriebseinheit 1 vorgesehen und über einen Steuerleistungsbus 77 an das Kontaktiermodul 13 angeschlossen. Hierzu weist das Kontaktiermodul 13 an seiner Umfangsfläche eine Anschlußbuchse 79 auf. Selbstverständlich ist auch ein Anschluß über die Flachseite 61 des Kontaktiermoduls 13 denkbar, wie dies gestrichelt bei 79' angedeutet ist. Über eine ähnliche Anschlußbuchse 81 erfolgt der Anschluß der Antriebseinheit 1 an den Gleichspannungs-Zwischenkreis 41, wobei aufgrund der großen Kapazität der Stützkondensatoren 43 möglicherweise eine Integration dieser Kondensatoren in die Modul-Baueinheiten nicht möglich sein kann. Die Kondensatoren 43 können dann radial außerhalb der Antriebseinheit 1 beispielsweise mittels in diese einschraubbarer Patronen an der Antriebseinheit 1 gehalten sein. Diese Möglichkeit der externen Anbringung der Stützkondensatoren 43 ist in Fig. 1 dargestellt. Auch die Steuerschaltung 75 kann teilweise oder vollständig in der Antriebseinheit 1 untergebracht sein, wobei insbesondere daran gedacht ist, die Steuerschaltung 75 vollständig innerhalb des Kontaktiermoduls 13 unterzubringen und so ein eigenes Steuermodul zu bilden oder Teile der Steuerschaltung 75 zusammen mit den Leistungsschaltern 45 in den zweiten Modul-Baueinheiten 7, 9 unterzubringen. Dieser Fall ist gestrichelt bei 75' und 75'' dargestellt. Wenn Teile der Steuerschaltung 75 innerhalb der Antriebseinheit 1 untergebracht werden können, ergibt sich unter Umständen eine wesentlich vereinfachte externe Steuerschnittstelle der Antriebseinheit 1. Probleme mit der Potentialtrennung zwischen dem Steuerteil und dem Leistungsteil können so gering gehalten werden.

Die Wicklungsanschlüsse der Feldwicklungen 23, die Zwischenkreisspannung, Steuerleitungen sowie Sensorleitungen sind zumindest durch die ersten und die zweiten Modul-Baueinheiten 3, 7, 9, insbesondere durch alle Modul-Baueinheiten, durchgeführt. Hierzu sind die einzelnen Modul-Baueinheiten über lösbare elektrische Schnittstellenanschlüsse 85 (beispielhaft nur bei der Schnittstelle zwischen den Modul-Baueinheiten 9 und 13 dargestellt) miteinander verbunden. Diese elektrischen Schnittstellenanschlüsse 85 können, wie in der Zeichnung dargestellt, durch eine Stecker-Buchsen-Kombination gebildet sein. Selbstverständlich sind auch beliebige andere anschlusstechnische Lösungen möglich. Der elektrische Kontakt zwischen aufeinanderfolgenden Modul-Baueinheiten kann beispielsweise auch derart ausgestaltet sein, daß er erst bei einer Verschraubung der einzelnen Modul-Baueinheiten miteinander hergestellt wird. Bevorzugt ist vorgesehen, daß zumindest ein Teil der Modul-Baueinheiten ein gleiches Schnittstellenbild hinsichtlich der elektrischen Schnittstellenanschlüsse 85 und der Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse 63 aufweist, daß also beispielsweise jede der zweiten Modul-Baueinheiten 7, 9 auf ihrer dem Elektromotor 5 zugewandten Flachseite eine Buchsenanordnung 87 und auf ihrer dem Elektromotor 5 abgewandten

Flachseite eine Steckanordnung 89 trägt. Auf diese Weise können einzeln Modul-Baueinheiten nach Bedarf ausgetauscht oder weitere Modul-Baueinheiten in die Antriebseinheit 1 eingefügt werden. So kann beispielsweise die in Fig. 1 gezeigte Antriebseinheit durch Zwischenschalten eines dritten Scheibenmoduls vom Typ der zweiten Modul-Baueinheiten zu einer leistungsfähigeren Antriebseinheit ausgebaut werden. Die lösbar mechanische Verbindung der Modul-Baueinheiten miteinander kann über Schrauben, Steckverbindungen, Rastmittel und dergleichen erfolgen.

Das dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung zeigt eine der Produktion großer Stückzahlen der Scheibenmodule 7, 9 und 13 sehr zugängliche Konstruktion der Scheibenmodule. Grundlage dieser Konstruktion ist ein annähernd topfförmiges Gehäuse 91 (in Fig. 1 ist nur das Scheibenmodul 9 mit den entsprechenden Bezugszeichen versehen) mit einem Gehäuseboden 93 und einem Gehäusemantel 95. Der Kühlmittelkanal 57 verläuft durch den Gehäusemantel 95. Auch die elektrischen Schnittstellenanschlüsse 85 sind im Bereich des Gehäusemantels 95 hergestellt. Nahe des Gehäusebodens 93 ist ein vom Gehäusemantel 95 nach radial innen weisender Ansatz 97 ausgebildet, an dem eine Trägerplatte 99 im wesentlichen parallel zum Gehäuseboden 93 gehalten ist. Die Trägerplatte 99 begrenzt zusammen mit dem Gehäuseboden 93 und dem allseits vom Gehäusemantel 95 abstehenden Ansatz 97 einen Abschnitt des Kühlmittelkanals 57 bildende Kühlkammer 101, durch die das Kühlmittel hindurchströmt und dabei in Wärmetauschkontakt mit den auf der der Kühlkammer 101 abgewandten Seite der Trägerplatte 99 angeordneten Leistungsschaltern 45 tritt. Die Kühlkammer 101 ist an den Kühlkreislauf 49 über einen radial verlaufenden Zulaufkanal 103 sowie einen ebenfalls radial verlaufenden Ablaufkanal 105 angeschlossen. Die gezeigte Anordnung ist hinsichtlich der Abführung der hohen lokalen Verlustwärme in den zweiten Modul-Baueinheiten äußerst günstig. Die elektrischen Leitungen werden bevorzugt ebenfalls im Gehäusemantel 95 durch die Scheibenmodule geführt.

In Fig. 2 ist im Detail eine Möglichkeit dargestellt, wie die Halterung der Trägerplatte 99 an dem Ansatz 97 des Topfgehäuses 91 sowie der elektrische Anschluß der auf der Trägerplatte angeordneten elektronischen Komponenten erfolgen kann. Die Trägerplatte 99 umfaßt eine Isolierplatte 107 aus elektrisch isolierendem Material, beispielsweise Keramik oder mit einer Emailleschicht überzogenem Stahl, an deren einer Flachseite, nämlich der dem strömenden Kühlmittel in der Kühlkammer 101 ausgesetzten Flachseite, annähernd geschlossenflächig eine Metallplattierung 109 aufgebracht ist. Für die Metallplattierung 109 kommt aufgrund seiner hohen Wärmeleitfähigkeit vorzugsweise Kupfer zum Einsatz. Eine Dichtung 111 ist zwischen der Trägerplatte 99 und dem Ansatz 97 eingelegt und dichtet die Kühlkammer 101 gegenüber dem auf der gegenüberliegenden Seite der Trägerplatte befindlichen "Elektronikraum" ab. Die Trägerplatte 99 ist zwischen dem Ansatz 97 und einem mit diesem verschraubten, die Trägerplatte 99 umschließenden Halterahmen 113 unter Komprimierung des Dichtelements 111 festgeklemmt. Es ist leicht vorstellbar, daß ein einziges Scheibenmodul gegebenenfalls auch mit mehreren, in solcher Weise gehaltenen Trägerplatten bestückt sein kann. Auch muß die Trägerplatte 99 nicht notwendigerweise parallel zum Gehäuseboden 93 gehalten sein; vielmehr ist insbesondere bei Rechteckquerschnitten der Scheibenmodule eine stapelfähige

Anordnung mehrerer Träger, den im wesentlichen parallel zur Drehachse 15 des Elektromotors 5 denkbar.

Auf der der Kühlkammer 101 abgewandten Seite sind auf der Isolierplatte 107 Kontaktflächen 115 sowie Leiterbahnen 117 als Kupferschichten aufgebracht. Weiterhin sind auf dieser Seite die Halbleiter-Leistungsschalter 45 sowie gegebenenfalls elektronische Komponenten der Steuerschaltung und/oder der Treiberschaltung angeordnet und über Bonddrähte 119 mit den Leiterbahnen 117 verbunden. Im Falle der Ausführung der Leistungsschalter 45 als IGBT-Module ist die einen Kollektor oder Drain bildende Metallelektrode als stoffschlüssig auf der Isolierplatte 107 aufgebrachte Metallplattierung 121 ausgebildet. Basis bzw. Gate und Source bzw. Emitter sind in weiteren Schichten auf dieser Metallplattierung 121 aufgebracht. Wie bereits erwähnt, können die die Leistungsschalter bildenden Transistoren auch anderen Typs sein, beispielsweise bipolare Transistoren oder MOSFET-Transistoren sein. Die gesamte Elektronikseite der Trägerplatte 99 ist mit einer Vergußmasse 123 überzogen, welche der Passivierung der Elektronik und zu deren Schutz dient.

Der Anschluß der Elektronik an die Wicklungsanschlüsse des Elektromotors, den Gleichspannungs-Zwischenkreis und auch an Steuer- und Sensorleitungen erfolgt über Kontaktschuhe 125 (selbstverständlich ist an jeder Trägerplatte eine Mehrzahl solcher Kontaktschuhe vorgesehen), welche durch in den Halterahmen 113 eingesetzte Kontakthülsen 127 mit den Kontaktflächen 115 elektrisch in Verbindung stehen. Die Kontaktschuhe 125 können beispielsweise mit den Kontakthülsen 127 verschraubt sein. An die Kontaktschuhe 125 werden mit entsprechenden Gegenschuhen versehene Kabel angesteckt, welche zu den elektrischen Schnittstellenanschlüssen 85 führen. Die vorstehend erwähnten Sensorleitungen können beispielsweise Sensorsignale eines der Drehstellung des Rotors 19 relativ zum Stator 21 erfassenden Resolvers 129 (siehe Fig. 1) oder eines die Temperatur der Feldwicklungen 23 fühlenden Temperaturfühlers 131 (siehe Fig. 1) sein.

Anzumerken ist noch, daß die in Fig. 1 gezeigten Leitungsverbindungen zwischen den einzelnen elektrischen Schnittstellenanschlüssen 85 selbstverständlich jeweils ein Leitungsbündel umfassen können und der Übersichtlichkeit halber lediglich als Einzelleitung dargestellt sind.

In Fig. 3 ist schematisch das Prinzip einer Tandemantriebseinheit mit zwei Elektromotoren dargestellt. Dabei sind zu dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 analoge Komponenten mit gleichen Bezugszeichen versehen, ergänzt jedoch um den Kleinbuchstaben a. Zur Erläuterung solcher analogen Komponenten wird auf die vorangehende Beschreibung verwiesen.

Die in Fig. 3 gezeigte Tandemantriebseinheit 1a umfaßt zwei Elektromotoren 5a und 6a, welche jeweils eine für sich mechanisch funktionsfähige erste Modul-Baueinheit 3a bzw. 4a bilden. Zwei axial zwischen den beiden Elektromotoren 5a, 6a angeordnete zweite Modul-Baueinheiten 7a und 9a ergänzen die beiden Elektromotoren zu der Antriebseinheit 1a. Dabei ist die zweite Modul-Baueinheit 7a mit ihren Leistungsschaltern 45a dem in Fig. 3 linken Elektromotor 5a zugeordnet, wohingegen die zweite Modul-Baueinheit 9a mit ihren Leistungsschaltern 45a dem in Fig. 3 rechten Elektromotor 6a zugeordnet ist. Sämtliche Leistungsschalter 45a werden von einer vollständig in der Modul-Baueinheit 9a enthaltenen Steuerschaltung 75a gesteuert, und zwar in der Weise, daß die Leistungsschalter 45a beider zweiten

Modul-Baueinheiten 7a, 9a an einen gemeinsamen Steuerbus 131a angeschlossen sind, über den die Steuerschaltung 75a gemeinsame Steuersignale an die Leistungsschalter 45a senden kann. Der Steuerbus 131 kann so ausgebildet sein, daß auch eine getrennte Ansteuerung der Leistungsschalter 45a einer der beiden zweiten Modul-Baueinheiten 7a, 9a möglich ist. Bei der gezeigten Anordnung genügt es, angesichts der Durchschleifmöglichkeit des Kühlmittelkreislaufs und der elektrischen Leitungen durch sämtliche Modul-Baueinheiten, externe Anschlüsse für den Kühlmittelkreislauf, den Gleichspannungs-Zwischenkreis und Komponenten einer externen Steuerung an einer der Modul-Baueinheiten, im gezeigten Beispiel der zweiten Modul-Baueinheit 9a, vorzusehen. Falls auch die Modul-Baueinheit 7a vorsorglich mit derartigen Anschlüssen versehen sein sollte, besteht die Möglichkeit, diese bei Nichtbenutzung durch Pfropfen zu verschließen.

Auch bei der in Fig. 3 gezeigten Anordnung können die zweiten Modul-Baueinheiten 7a, 9a oder auch die ersten Modul-Baueinheiten 5a, 6a wahlweise ausgetauscht werden und durch andere, beispielsweise für höhere Leistungen ausgelegte Modul-Baueinheiten ersetzt werden. Ebenso steht natürlich auch hier die bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 angedeutete Möglichkeit zur Verfügung, die Steuerschaltung 75a in einem gesonderten Steuermodul zusammenzufassen sowie ein sämtliche externen Anschlüsse aufweisendes Kontaktiermodul vorzusehen. Der Vorteil der Erfindung, daß in einem Fehlerfall einzelne Modul-Baueinheiten ausgetauscht werden können, ohne die gesamte Antriebseinheit 1a ersetzen zu müssen, ist auch hier gegeben.

Patentansprüche

1. Antriebsanordnung für ein Fahrzeug, insbesondere ein Straßenfahrzeug, umfassend einen Elektromotor (5), eine an Feldwicklungen (23) des Elektromotors (5) angeschlossene elektronische Leistungsschalstufe (11), deren elektronische Leistungsschalter (45) an dem Elektromotor (5) gehalten sind, eine die Leistungsschalter (45) steuernde Steuerschaltung (75) und eine Kühleinrichtung (47), deren Kühlmittelkreislauf (49) den Elektromotor (5) und die an ihm gehaltenen Leistungsschalter (45) kühlt, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (5) eine für sich mechanisch funktionsfähige erste Modul-Baueinheit (3) bildet und zumindest die Leistungsschalter (45) in wenigstens einer von der ersten Modul-Baueinheit (3) separierbaren, jedoch fest mit dieser zu einer Antriebseinheit (1) verbundenen, zweiten Modul-Baueinheit (7, 9) zusammengefaßt sind und daß der Kühlmittelkreislauf (49) der Kühleinrichtung (47) durch die erste (3) und jede zweite (7, 9) Modul-Baueinheit hindurchgeführt ist und die Modul-Baueinheiten (3, 7, 9) über lösbare Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse (63) und lösbbare elektrische Schnittstellenanschlüsse (85) miteinander verbunden sind.
2. Antriebsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinheit (1) wenigstens eine dritte, lösbar, jedoch fest mit ihr verbundene Modul-Baueinheit (3) umfaßt, welche über lösbare elektrische Schnittstellenanschlüsse (85) mit der ersten Modul-Baueinheit (3) und/oder wenigstens einer der zweiten Modul-Baueinheiten (7,

9) oder/und wenigstens einer weiteren dritten Modul-Baueinheit verbunden ist.

3. Antriebsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlmittelkreislauf (49) auch durch wenigstens eine der dritten Modul-Baueinheiten (13) hindurchgeführt ist und diese dritte Modul-Baueinheit (13) über lösbare Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse (63) mit der ersten Modul-Baueinheit (3) oder/und wenigstens einer der zweiten Modul-Baueinheiten (7, 9) oder/und wenigstens einer weiteren dritten Modul-Baueinheit verbunden ist.

4. Antriebsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlmittelkreislauf (49) in der dritten Modul-Baueinheit (13) in Kanälen geführt ist, die im wesentlichen nur eine Durchgangsverbindung zwischen Kühlmittel-Schnittstellenanschlüssen (63) bewirken.

5. Antriebsanordnung nach Anspruch 1 — 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der elektronischen Komponenten der Steuerschaltung (75) in wenigstens einer der zweiten Modul-Baueinheiten (7, 9) oder/und in wenigstens einer der dritten Modul-Baueinheiten (13) enthalten ist.

6. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 — 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinheit (1a) einen weiteren Elektromotor (6a) umfaßt, welcher eine weitere, lösbar, jedoch fest mit ihr verbundene, für sich mechanisch funktionsfähige erste Modul-Baueinheit (4a) bildet und daß der Kühlmittelkreislauf (49a) auch durch die weitere erste Modul-Baueinheit (4a) hindurchgeführt ist und diese über lösbare elektrische Schnittstellenanschlüsse und lösbare Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse mit der anderen (3a) der beiden ersten Modul-Baueinheiten (3a, 4a) oder/und wenigstens einer (9a) der zweiten (7a, 9a) oder/und wenigstens einer der dritten Modul-Baueinheiten verbunden ist.

7. Antriebsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der beiden ersten Modul-Baueinheiten (3a, 4a) jeweils wenigstens eine zweite Modul-Baueinheit (7a, 9a) zugeordnet ist und daß die elektronischen Leistungsschalter (45a) dieser zweiten Modul-Baueinheiten (7a, 9a) über einen gemeinsamen, zwischen diesen zweiten Modul-Baueinheiten (7a, 9a) gegebenenfalls über wenigstens eine der dritten Modul-Baueinheiten hinweg über deren elektrische Schnittstellenanschlüsse geführt und an die Steuerschaltung (75a) angeschlossenen Steuerbus (131a) steuerbar sind.

8. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 — 7, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Modul-Baueinheiten (3, 7, 9, 13) in der Antriebseinheit (1) zu einem Stapel aneinandergereiht ist.

9. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 — 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Modul-Baueinheiten (3, 7, 9, 13) im wesentlichen in Axialrichtung des Elektromotors (5) einseitig an eine axiale Stirnwand (33) des Elektromotors (5) anschließen.

10. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 — 9, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Paare miteinander verbundener Modul-Baueinheiten (3, 7; 9, 13) ein gleiches Schnittstellenbild zumindest hinsichtlich der elektrischen Schnittstellenanschlüsse (85) und der Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse (63) aufweisen.

11. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 — 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausbildung der Antriebseinheit (1) mit mehreren zweiten Modul-Baueinheiten (7, 9) diese zumindest teilweise eine gleiche Anzahl elektronischer Leistungsschalter (45) aufweisen.

12. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 — 11, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten (7, 9) und gegebenenfalls die dritten (13) Modul-Baueinheiten zumindest teilweise als im wesentlichen flache, mit ihren Flachseiten aneinanderliegende Scheibenmodule (7, 9, 13) ausgeführt sind und daß die elektrischen Schnittstellenanschlüsse (85) oder/und die Kühlmittel-Schnittstellenanschlüsse (63) zwischen aufeinanderfolgenden Scheibenmodulen (7, 9, 13) in deren aneinanderliegenden Flachseiten hergestellt sind.

13. Antriebsanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlmittelkreislauf (49) in den Scheibenmodulen (7, 9, 13) in Kanälen geführt ist, welche in den Flachseiten eines Gehäusemantels (95) der Scheibenmodule (7, 9, 13) münden und insbesondere im wesentlichen orthogonal zur Scheibenebene verlaufen.

14. Antriebsanordnung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibenmodule (7, 9, 13) in Axialrichtung des Elektromotors (5) innerhalb der Umfangskontur des Elektromotors (5), insbesondere in Axialflucht mit diesem, angeordnet sind.

15. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 12 — 14, dadurch gekennzeichnet, daß in einem die zweite Modul-Baueinheit (7, 9) bildenden Scheibenmodul (7, 9) mindestens eine Trägerplatte (99) für die Leistungsschalter (45) und gegebenenfalls elektronische Komponenten von zumindest Teilen der Steuerschaltung (75) oder/und einer der Leistungsschalter (45) treibenden Treiberschaltung insbesondere im wesentlichen orthogonal zur Scheibenebene gehalten ist und daß die Trägerplatte (99) eine Wand eines in den Kühlmittelkreislauf (49) eingebundenen Kühlmittelkanals (101) bildet.

16. Antriebsanordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerplatte (99) eine elektrisch isolierende Isolierplatte (107), insbesondere aus Keramik oder emailliertem Stahl, umfaßt, an deren einer, dem Kühlmittelkanal (101) zugewandter Flachseite eine Metallschicht (109), insbesondere Kupferschicht, flächig aufgebracht ist und auf deren anderer Flachseite die Leistungsschalter (45) und gegebenenfalls weitere elektronische Komponenten angeordnet sind.

17. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 12 — 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibenmodule (7, 9, 13) ein annähernd topfförmiges Gehäuse (91) mit einem Gehäuseboden (93) und einem den Gehäuseboden (93) umschließenden Gehäusemantel (95) umfassen und daß der Gehäuseboden (93) eine Wand eines in den Kühlmittelkreislauf (49) eingebundenen Kühlmittelkanals (101) bildet.

18. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 — 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsschalter (45) in Zirkulationsrichtung des Kühlmittelkreislaufs (49) vor dem Elektromotor (5) in Wärmetauschkontakt mit dem Kühlmittel stehen.

Fig. 1

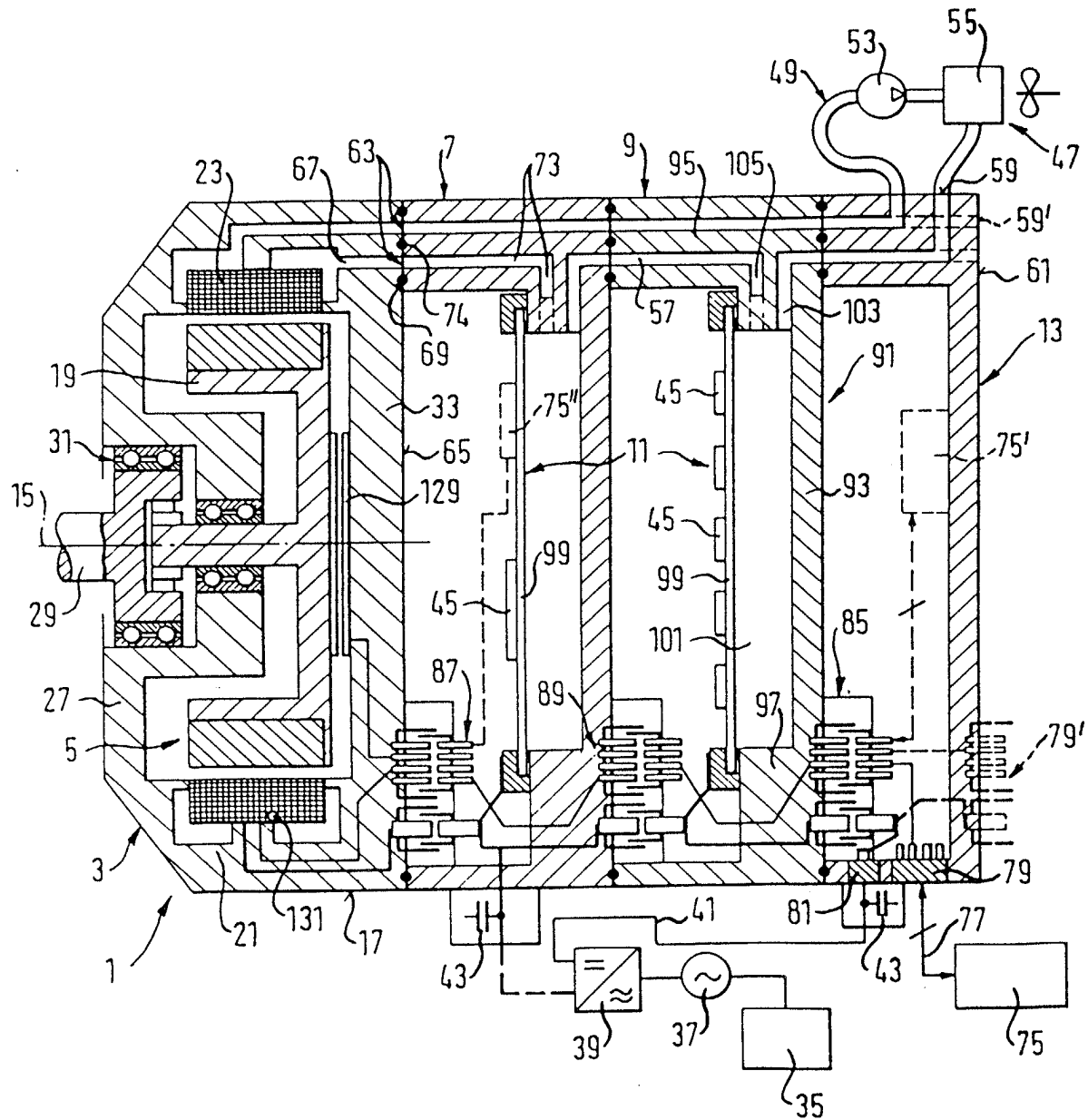


Fig. 3

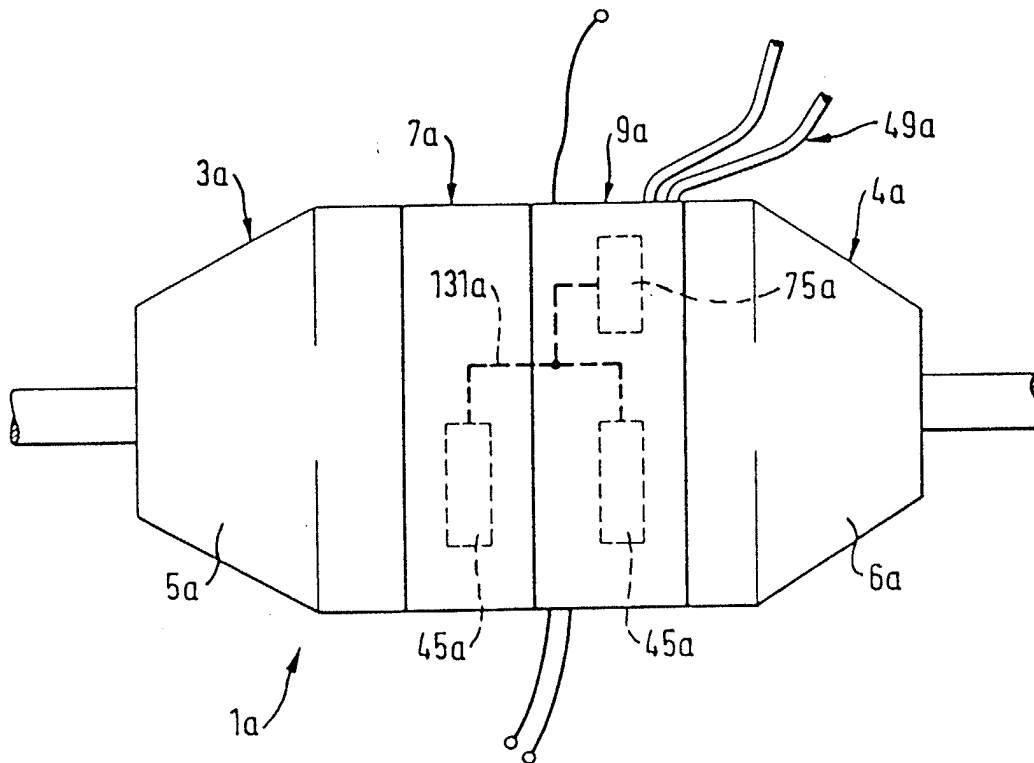
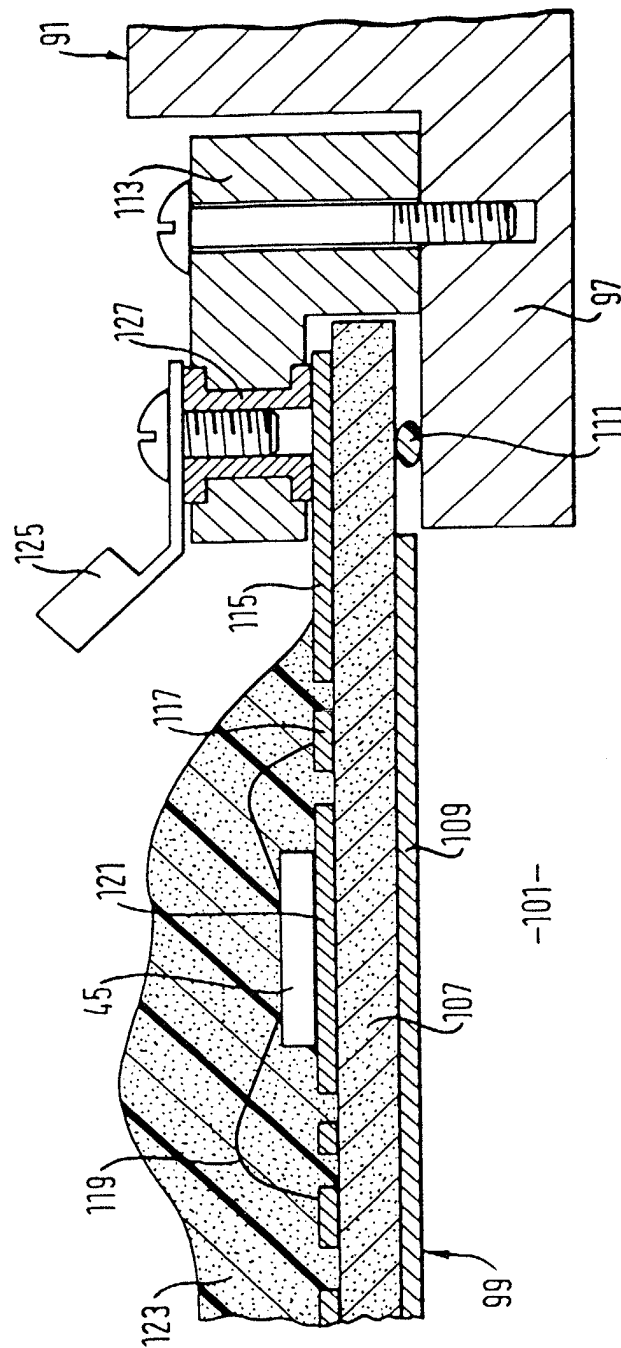


Fig. 2



05.19.

- Leerseite -